

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОДООЧИСТКИ НА НОВЫХ СОРБЕНТАХ С МАТРИЦЕЙ ИЗ БАЗАЛЬТОВЫХ МИКРОВОЛОКОН

Проведена оценка эффективности очистки воды от ионов железа и марганца на загрузках «Бентосорб» и «Віrm».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф., Буравлев В.О. // Вода Magazine. Рынки и тенденции. 2008. - с. 36-38.
2. Пат. № 2345834 Российская Федерация, МПК B01J20/16. Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф., Лебедев И.А., Сомин В.А.; № 2007128249/15, заявл. 23.07.2007; опубл. 10.02.2009.
3. Буравлев В.О., Кондратюк Е.В. // Материалы докладов VI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых

ученых «Наука и молодежь», АлтГТУ, г. Барнаул, 2009. - с. 52-55.

4. Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф., Панасенко А.В., Буравлев В.О. // Журнал «Вода Magazine», №25(12), 2009. - с. 42-44.

5. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисова, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1991. - 496 с.

6. Кондратюк Е.В. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. технических наук, - Барнаул. - 2008.- с.19.

7. Буравлев В.О. // Ползуновский альманах №2. 2009. -с.82-83.

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А.В. Панасенко, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова

*В работе представлены экспериментальные исследования эффективности очистки воды от нефтепродуктов и ПАВ методом напорной флотации, а также рассмотрен способ получения нанокompозитного материала по золь-гель технологии, исследованы его сорбционные и каталитические свойства, оценена эффективность использования полученного материала в сочетании с процессом флотации.*

*Ключевые слова:* ПАВ, флотация, золь-гель технология, волокнистый сорбент

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных источников загрязнения водных ресурсов являются стоки, содержащие нефтепродукты и поверхностно-активные вещества (ПАВ). Большие объемы стоков с ПАВ образуются на предприятиях химической и легкой промышленности, на гальванических линиях, линиях окраски и т.д. Сточные воды предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, автотранспортного комплекса, а также ливневой канализации наряду с мощными средствами содержат примеси взвешенных веществ, нефтепродуктов (моторных масел, смазочных и машинных масел).

Накапливаясь в водоемах, ПАВ и нефтепродукты оказывают сильное токсическое действие на флору и фауну, ухудшают органолептические показатели воды, препятствуют процессам самоочищения водных объектов. Даже небольшие количества ПАВ (0,8 - 2 мг/л) вызывают обильное пенообразование, нарушают кислородный обмен в водоемах,

тормозят процессы фотосинтеза, сокращая кормовую базу, и приводят к гибели рыб.

Совершенствование и разработка новых технологий по очистке стоков от данных загрязняющих веществ является важной экологической задачей.

Обезвреживание проливневых вод имеет ряд особенностей. Эти стоки представляют собой смесь истинно растворимых соединений и эмульгированных органических примесей. Устойчивость формируемых эмульсий зависит от множества факторов, таких как кислотность среды, ионная сила раствора, наличия компонентов технических моющих средств и т.д. [1].

Очистить рассматриваемые сточные воды до нормативных требований практически невозможно одним каким-либо методом. Поэтому обычно их очистка осуществляется в несколько ступеней, каждая из которых обеспечивает удаление отдельных компонентов, находящихся в определенном фазово-дисперсном состоянии. Как правило, такие многоступенчатые схемы состоят из несколь-

ких этапов: предочистка от механических примесей и неэмульгированных и грубоэмульгированных нефтепродуктов (тонкослойный отстойник), основна очистка от ПАВ и тонкоэмульгированных частиц (флотатор) и доочистка от растворенных нефтепродуктов и остаточного количества ПАВ (сорбционный фильтр).

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время альтернативным направлением очистки воды является совмещение нескольких методов в одном сооружении, например, сорбционная микрофлотация.

Механизм процесса сводится к адсорбции загрязняющих веществ на поверхности частиц носителей, которые флотируются.

Украинскими учеными подтверждена возможность интенсификации флотационного извлечения исследуемых ПАВ путем введения в их растворы неорганических и органических осадителей или сорбентов: гексацианоферрат (II) калия, гексацианоферрат (III) калия, алкилсульфаты натрия, оксид кремния, гидроксид железа (III), гидроксид алюминия и т.д. Это позволяет рекомендовать осадительную и сорбционную микрофлотацию для извлечения ПАВ из техногенных растворов. Проведение процесса в режиме осадительной и сорбционной микрофлотации увеличивает скорость флотации в 2 – 2,5 раза [2].

Целью настоящей работы являлось одновременное осуществление процессов флотации и сорбции на микроволокнистом материале для извлечения нефтепродуктов и ПАВ из загрязненных вод.

В качестве волокнистого материала представлялось перспективным использование базальтовых волокон. Внутренняя структура волокна представляет собой матрицу хаотично связанных базальтовых нитей и иголок, образующих достаточно прочный каркас (низкие показатели по механическому истиранию и разрушению), открывающий большие возможности для его модификаций и использования в технологиях водоочистки.

В исследованиях базальтовое волокно в немодифицированном состоянии уже доказало свою высокую эффективность по извлечению из воды нефтепродуктов, железа (II,III) [3, 4], а также взвешенных веществ.

Оценку эффективности флотационной очистки проводили на лабораторной установке, представляющей собой насос с сатуратором, емкость прямоугольной формы (собственно флотатор) с распределительным устройством Н-образной формы. Последнее вы-

полнено из двух линий пластиковых труб, соединенных между собой, на которых закреплены насадки, расположенные на небольшом расстоянии относительно друг друга, что позволяет равномерно распределять воду, насыщенную воздухом, в сатураторе.

Начальные концентрации загрязняющих веществ в модельном растворе составили: по ПАВ – 100 мг/л, по нефтепродуктам – 50 мг/л. Для определения их остаточных концентраций были освоены стандартные методики анализа, разработанные Ю.Ю. Лурье [5].

Показатели эффективности работы флотатора по ПАВ (лаурилсульфат натрия) и нефтепродуктам (синтетическое моторное масло Mobil Super 3000) представлены на Рисунке 1. В качестве регулируемого параметра выступил расход воздуха  $Q$  (м<sup>3</sup>/ч).

Как показал эксперимент, оптимальными значениями расхода воздуха и времени флотации, обеспечивающими эффективность очистки до 70 % по ПАВ и до 80 % по нефтепродуктам, является 0,7 м<sup>3</sup>/ч и 50 мин соответственно.

Следовательно, на выходе из флотационного устройства концентрация ПАВ составляет не более 30 мг/л, концентрация нефтепродуктов – не более 10 мг/л.

Волокнистый наносорбент синтезировали по золь-гель технологии [6].

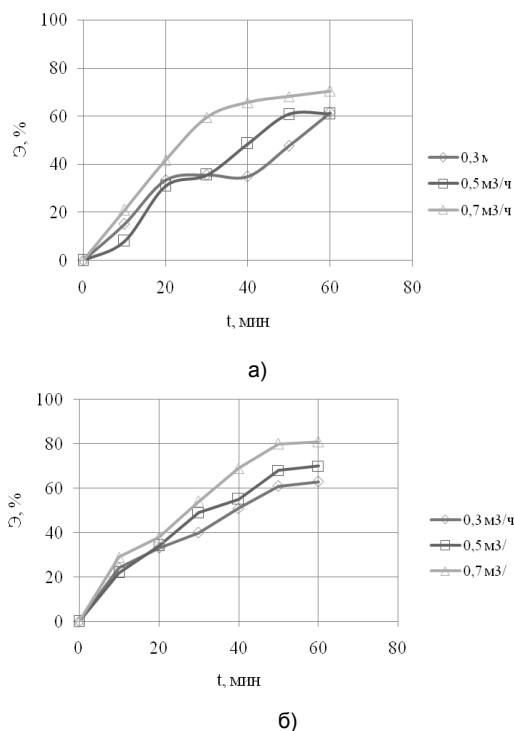


Рисунок 1. Зависимость эффективности очистки воды (Э) от времени флотации (t) при различных расходах инжектируемого воздуха: а) ПАВ; б) нефтепродукты

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Блок-схема, иллюстрирующая этапы золь-гель синтеза нанокompозитных материалов, приведена на Рисунке 2 [7].

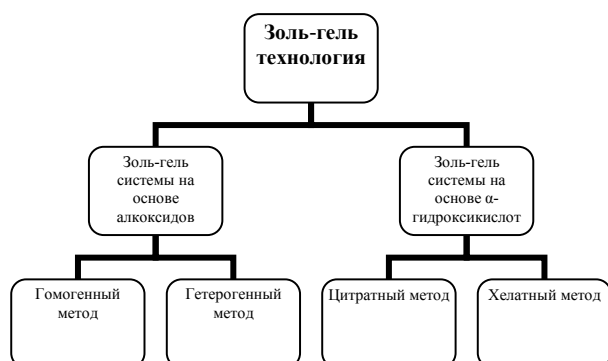


Рисунок 2. Блок-схема этапов золь-гель синтеза

Для получения сорбента использовали цитратный золь-гель метод, включающий следующие стадии:

### 1. Синтез зольей.

В качестве зольей нами были взяты спиртовые растворы солей различных металлов с добавлением реактива Фентона, состоящего из раствора  $H_2O_2$  и соли  $Fe(II)$ . Для полного диспергирования вносили лимонную кислоту [8].

### 2. Образование и нанесение пленок.

Пленочная структура формировалась путем разлива раствора на минеральную базальтовую подложку и выдерживании на воздухе до полного испарения растворителя. Таким образом, происходит равномерное распределение солей металлов в базальтовой волокнистой матрице.

### 3. Термообработка материала.

В ходе синтеза металлические ионы и лимонная кислота образуют хелатные комплексы. Хелаты имеют свободные гидроксильные группы, за счет которых идет полиэтерификация с многоатомным спиртом. Вследствие этого происходит равномерное распределение ионов различных металлов в резиноподобном прекурсор на базальтовой подложке, при последующей термообработке которого образуется высокодисперсный сложнооксидный органоминеральный сорбент.

Исследование статической обменной емкости (СОЕ) полученного материала показало недостаточно высокую избирательность по отношению к ПАВ (СОЕ от 2 до 3 мг/г).

Далее была проведена оценка каталитической активности сорбента, которая выявила, что удаление из растворов ПАВ и нефтепродуктов проявляется при наличии большо-

го количества растворенного кислорода, что представляется возможным при использовании полученного нанокompозита во флотационном режиме. Такой способ использования каталитического сорбента обеспечивает двойной положительный эффект: во-первых, происходит слипание загрязняющих веществ с пузырьками воздуха и всплытие их на поверхность жидкости; во-вторых, окисление флотируемых загрязнений при контакте их с каталитическим материалом.

Предварительные лабораторные исследования указывают на целесообразность дальнейшего изучения свойств полученного органоминерального нанокompозита при очистке нефтесодержащих промышленных и ливневых сточных вод.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследована эффективность процесса флотации, достигающая максимальных значений (до 70 % по ПАВ и до 80 % по нефтепродуктам) при расходе воздуха  $0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$  и времени 50 мин.

Получены опытные образцы органоминерального нанокompозита, оценены сорбционные и каталитические свойства, которые показали целесообразность их использования для удаления из воды нефтепродуктов и ПАВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников В.А. и др. // Вода: химия и экология №3, март 2010 г. с. 14-20.
2. Streltsova E.A., Voluvach O.V., Chromisheva E.A. // Abstract of XIII International Conf. «Surface Forces». – Moscow (Russia). 2006. – P. 131.
3. М.Ю.Елисеев, Е.В. Кондратюк // Сборник тезисов докладов 61-ой НПК студ, асп, проф-препод. состава АлтГТУ им. И.И.Ползунова "Научнотехническое творчество молодежи". Из-во АГТУ Барнаул. – 2003. – С. 13-14 с.
4. И.А. Лебедев, Л.Ф. Комарова, Е.В. Кондратюк // Ползуновский вестник. – 2004. - №4 – С 171-176 с.
5. Унифицированные методы анализа вод, под ред. Ю. Ю. Лурье, изд. 2-е исправ. М.: Химия, 1973. – 376 с.
6. Жабров В. А. и др. Золь-гель технология: Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2004. – 160 с.
7. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. - М.: Машиностроение, 2008. - 320 с.
8. Pechini M P. US Patent, US 3330697, 6 pages, 1967.